

T S12/5/1

12/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06374975 **Image available**

STAGE DEVICE, EXPOSURE DEVICE AND DEVICE PRODUCTION METHOD

PUB. NO.: 11-316607 [JP 11316607 A]

PUBLISHED: November 16, 1999 (19991116)

INVENTOR(s): TAKEISHI HIROAKI

 IWAMOTO KAZUNORI

APPLICANT(s): CANON INC

APPL. NO.: 10-134238 [JP 98134238]

FILED: April 30, 1998 (19980430)

INTL CLASS: G05D-003/12; G03F-007/22; H01L-021/027; H01L-021/68

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify the constitution and to improve reliability of a stage device by operating a moving means to move a stage in response to the position of the detected stage by a non-contact sensor and then deciding the origin.

SOLUTION: A linear motor 104 is driven in direction X, and a stage 5 hits against a guide 101 and a hitting piece hits against the side face of the guide 101. Thus, the origin of the stage 5 is decided. An interferometer 106 is reset and an ultrasonic sensor 105 reads the distance data to set the offset of an electric phase angle in direction Y. A servo is turned on based on the value that is defined by adding the said offset to the reading result of the interferometer 106 and also on the measurement value of an interferometer 109. Thus, the stage 5 is moved to its origin. When a photosensor detects the stage 5, the offset of the electric phase angle is canceled and the servo is switched based on the measurement value of both interferometers 106 and 109. Then an absorber is reset in its original state and an origin deciding operation is completed.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

?

STAGE DEVICE, EXPOSURE DEVICE AND DEVICE PRODUCTION METHOD

Patent Number: JP11316607
Publication date: 1999-11-16
Inventor(s): TAKEISHI HIROAKI; IWAMOTO KAZUNORI
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP11316607
Application Number: JP19980134238 19980430
Priority Number(s):
IPC Classification: G05D3/12; G03F7/22; H01L21/027; H01L21/68
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify the constitution and to improve reliability of a stage device by operating a moving means to move a stage in response to the position of the detected stage by a non-contact sensor and then deciding the origin.

SOLUTION: A linear motor 104 is driven in direction X, and a stage 5 hits against a guide 101 and a hitting piece hits against the side face of the guide 101. Thus, the origin of the stage 5 is decided. An interferometer 106 is reset and an ultrasonic sensor 105 reads the distance data to set the offset of an electric phase angle in direction Y. A servo is turned on based on the value that is defined by adding the said offset to the reading result of the interferometer 106 and also on the measurement value of an interferometer 109. Thus, the stage 5 is moved to its origin. When a photosensor detects the stage 5, the offset of the electric phase angle is canceled and the servo is switched based on the measurement value of both interferometers 106 and 109. Then an absorber is reset in its original state and an origin deciding operation is completed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-316607

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 5 D 3/12

G 0 5 D 3/12

K

G 0 3 F 7/22

G 0 3 F 7/22

H

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/68

K

21/68

21/30

5 1 5 F

5 1 5 G

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-134238

(22) 出願日

平成10年(1998)4月30日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 武石 洋明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

(72) 発明者 岩本 和徳

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

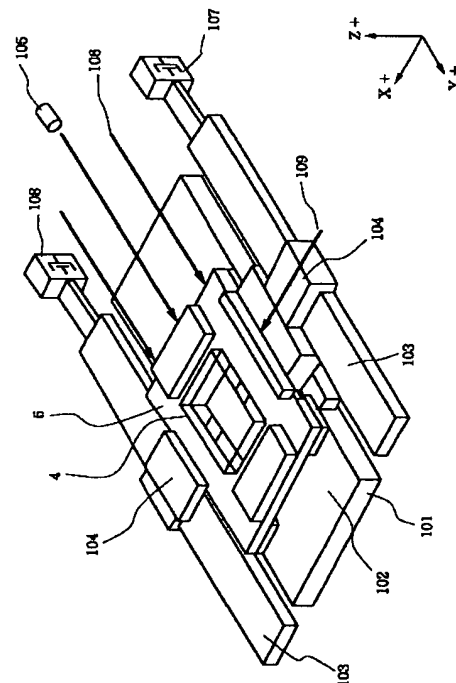
(74) 代理人 弁理士 伊東 哲也 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ステージ装置、露光装置およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ステージ装置の構成簡略化および信頼性向上を図る。

【解決手段】 基準面に沿って移動可能なステージと、該ステージを移動させるための移動手段と、該ステージの位置を検出する非接触センサとを設け、該非接触センサが検出した該ステージの位置に応じて、該移動手段を作動させて該ステージを移動させ、原点出し動作を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基準面に沿って移動可能なステージと、該ステージを移動させるための移動手段と、該ステージの位置を検出する非接触センサとを有し、

該非接触センサが検出した該ステージの位置に応じて、該移動手段を作動させて該ステージを移動させ、原点出し動作を行うことを特徴とするステージ装置。

【請求項2】 前記移動手段は複数のコイルを有する多相型リニアモータであり、前記非接触センサが検出した前記ステージの位置に応じて、該複数のコイルのうち必要なコイルに通電をすることを特徴とする請求項1記載のステージ装置。

【請求項3】 前記非接触センサが超音波センサであることを特徴とする請求項1または2記載のステージ装置。

【請求項4】 基準面を有する案内手段と、該基準面に沿って移動可能なステージと、該ステージを移動させるための移動手段とを有し、

該案内手段は少なくとも一つの側面を有し、該側面は該ステージと対面しており、

該ステージの該側面と対面する側に当接部材を設け、該当接部材を該側面に当接させ、該ステージの該側面と直交する方向における原点出し動作を行うことを特徴とするステージ装置。

【請求項5】 前記ステージと案内手段との接触を防ぐための接触防止手段を、該ステージの前記側面と対面する側に設けたことを特徴とする請求項4記載のステージ装置。

【請求項6】 前記ステージの位置を検出する非接触センサをさらに有し、該非接触センサが検出した該ステージの位置に応じて前記移動手段を作動させ、該ステージを移動させて前記原点出し動作を行うことを特徴とする請求項4または5記載のステージ装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載のステージ装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項8】 前記露光装置は、走査型露光装置であり、前記ステージ装置をレチクルステージとして備えたことを特徴とする請求項7の露光装置。

【請求項9】 請求項7または8記載の露光装置を用意する工程と、該露光装置を用いて基板に露光を行う工程を含む製造工程によってデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項10】 露光前に基板にレジストを塗布する工程と、露光後に現像を行う工程をさらに有することを特徴とする請求項9記載のデバイス製造方法。

【請求項11】 超音波センサを用いてステージの原点位置を決定することを特徴とする移動ステージの原点決定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスや液晶デバイスのリソグラフィ工程等で用いる露光装置やこの露光装置に好適なステージ装置、ならびにデバイス生産方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体デバイス等の製造に用いられる露光装置としては、基板（ウエハやガラス基板）をステップ移動させながら基板上的複数の露光領域に原版（レチクルやマスク）のパターンを投影光学系を介して順次露光するステップ・アンド・リピート型の露光装置（ステッパと称することもある）や、ステップ移動と走査露光とを繰り返すことにより、基板上的複数の領域に露光転写を繰り返すステップ・アンド・スキャン型の露光装置（スキャナまたは走査露光装置と称することもある）が代表的である。特にステップ・アンド・スキャン型は、スリットにより制限して投影光学系の比較的光軸に近い部分のみを使用しているため、より高精度且つ広画角な微細パターンの露光が可能となっており、今後の主流になると見られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】これらの露光装置では、レチクルやウエハをスキャンしたり、ステップ移動させるためのステージ装置が用いられている。ところが、このようなステージ装置は、主として一方向に可動なステージをガイドレスとした場合、電源投入時の位置は不定となり、正確な原点が定まらない。

【0004】また、ステージの駆動に多相型の可動磁石リニアモータをアクチュエータとして用いた場合、電気的位相角を決定するためホール素子を用いるのが一般的であるが、コイル毎にホール素子を設ける必要があり、配線等が煩雑になるという問題があった。

【0005】本発明は、上述の従来技術における問題点に鑑みてなされたもので、ステージ装置の構成を簡略化するとともに、装置の信頼性を高めることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため本発明では、ステージの概略位置を検出するための非接触センサを外付けし、この非接触センサの出力に基づいて原点出しを行なう。また、非主運動方向（主たる運動方向以外の方向）を拘束する部材を設け、回転方向の動きを規制する。

【0007】より具体的には、本発明の第1の局面に係るステージ装置は、基準面に沿って移動可能なステージと、該ステージを移動させるための移動手段と、該ステージの位置を検出する非接触センサとを有し、該非接触センサが検出した該ステージの位置に応じて、該移動手段を作動させて該ステージを移動させ、原点出し動作を行うことを特徴とする。

【0008】また、本発明の第2の局面に係るステージ

装置は、基準面を有する案内手段と、該基準面に沿って移動可能なステージと、該ステージを移動させるための移動手段とを有し、該案内手段は少なくとも一つの側面を有し、該側面は該ステージと対面しており、該ステージの該側面と対面する側に当接部材を設け、該当接部材を該側面に当接させ、該ステージの該側面と直交する方向における原点出し動作を行うことを特徴とする。

【0009】本発明の好ましい実施例において、前記移動手段は複数のコイルを有する多相型リニアモータであり、前記非接触センサが検出した前記ステージの位置に応じて、該複数のコイルのうち必要なコイルに通電をする。前記非接触センサとしては超音波センサが好ましく用いられる。前記ステージと案内手段との接触を防ぐための接触防止手段は、該ステージの前記側面と対面する側に設けられる。

【0010】

【作用】露光装置において、ステージ装置の位置はレーザ干渉計によって常時精密にモニタされる。しかしながら、レーザ干渉計では相対位置しか計測できないため、電源投入時等にはステージの原点出しを行なう必要がある。この原点出しを行なうためにはステージを原点方向に移動させる必要があるが、本発明ではこの原点出しのために、多相型リニアモータの各相毎にホール素子を設ける代わりに、概略のステージ位置を検出するための非接触センサを設けている。これにより、多相型リニアモータの駆動すべき相を識別でき、ステージを原点近傍に移動させることができる。原点近傍では従来通り、例えばフォトセンサ等の原点検出手段により正確な原点位置を検出してレーザ干渉計をリセットすることができる。これにより、信頼性の高い原点出しを迅速に行うことができる。

【0011】また、原点出しの際、非主運動方向を拘束する部材を設け、回転方向の動きを規制することにより、原点出し精度の向上を図り、原点出しの信頼性を高めることができる。

【0012】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。図1は本発明の一実施例に係る半導体デバイス製造用露光装置の概略図である。本実施例は、レチクルとウエハを共に同期走査しながら露光を行ってウエハの1つのショット領域にレチクルパターンの露光転写を行い、ウエハをステップ移動させることで複数のショット領域にパターンを並べて転写する、いわゆるステップ・アンド・スキャン型の走査型露光装置に本発明を適用したものである。

【0013】図1の装置は大きくは、露光装置本体の基礎となるベースフレーム2、原版であるレチクル4を搭載して移動可能なレチクルステージ5、被露光基板であるウエハ6（またはガラス基板）を搭載して移動可能なウエハステージ7、レチクル4を照明光で照明する照明

光学系8、レチクル4のパターンをウエハ6に所定の倍率（例えば4：1）で縮小投影する投影光学系9、投影光学系9を保持する鏡筒定盤10、温度調節されたクリーンな空気を供給する空調機械室11を備えている。

【0014】照明光学系8は光源（超高圧水銀ランプなどの放電灯）を内蔵するか、あるいは露光装置とは別に床に置かれた不図示の光源装置（エキシマレーザ装置）からビームラインを経て照明光を導入する。そして各種レンズや絞りによってスリット光を生成して、レチクルステージ5に保持された原版であるレチクル4を上方からスリット照明する。

【0015】ベースフレーム2は半導体製造工場のクリーンルームの設置床1の上に設置している。ベースフレーム2は床1に対して高い剛性で固定されており、実質的に床1と一体もしくは床1の延長と見なすことができる。ベースフレーム2は、3本あるいは4本の高剛性の支柱3を含み、各々のベースフレーム支柱3の上部でアクティブマウント12（3つまたは4つ）を介して鏡筒定盤10を鉛直方向に支えている。アクティブマウント12は空気ばねとダンパとアクチュエータを内蔵し、床1からの振動が鏡筒定盤10に伝わらないようにすると共に、鏡筒定盤10の傾きや揺れをアクティブに補償するものである。

【0016】投影光学系9を保持する鏡筒定盤10はさらにレチクル支持フレーム13を介してレチクルステージ定盤14も支持している。また、鏡筒定盤10にはレチクル4とウエハ6のアライメント状態を検出するためのアライメント検出器15を取付けて、鏡筒定盤10を基準にしてアライメントを行う。さらに、鏡筒定盤10を基準にしてウエハステージ7の位置を検出するために、レーザ干渉計も鏡筒定盤10に取付けている。これはZ方向のウエハステージ7位置を計測するZ干渉計16と、XY方向のウエハステージ7位置を計測するXY干渉計17を有する。干渉計の参照ミラーがZ干渉計ミラー18はウエハステージ定盤31に、XY干渉計ミラー19はウエハステージ7に固定している。ここで、Z干渉計ミラー18をステージベース部材33にではなくウエハステージ定盤31に取付けた理由は、ステージ定盤31が最終位置決めすべきステージに近く、またステージベース部材33は力アクチュエータ38、39を作動させた際に僅かに変形する可能性があるが、ステージ定盤31はその影響が小さいから正確な測定ができるためである。

【0017】レチクルステージ5はレチクルステージ定盤14の上に設置しており、駆動源20（リニアモータ）および静圧軸受けを含む駆動機構によって、走査露光時には図中左右方向（Y方向）に加速、一定速、減速の順で移動する。また後述するように、レチクルステージ5の駆動源20（リニアモータ）の固定子は、走査方向に沿って、連結部材21および力アクチュエータ22

(リニアモータ)を介してレチクルステージ用の反力受け構造体である空調機械室11に接続している。カクチュエータ22が発生する可変の推力を駆動源20と空調機械室11の両者の間で伝達することができる。

【0018】次に、本実施例のウエハステージ周辺について説明する。ウエハステージ7はその上に基板であるウエハ6を搭載し、搭載するウエハ6を水平面(XY方向)、鉛直方向(Z方向)への移動と、各方向周りの回転(ω_x 、 ω_y 、 ω_z)の計6軸方向に位置決めすることができる。位置決めのための駆動源としてはリニアモータを採用している。基本的にはX方向に直進移動するXステージとXリニアモータ、X方向と直交するY方向に移動するYステージとYリニアモータによる二次元ステージを有し、この上にZ方向、チルト(ω_x 、 ω_y)方向、回転方向に移動可能なステージが載っている構造となっている。各方向のガイドには静圧軸受けを用いている。なお、ウエハステージ7のさらに詳細な構成については、例えば特開平1-188241号公報、特開平3-245932号公報、特開平6-267823号公報などを参照されたい。

【0019】図2~4はレチクルステージ5の詳細を示す、図2は斜視図、図3は断面図、図4は底面図である。図において、101はガイド、102はその案内面である。103はレチクル4を搭載するレチクルステージ5をXおよびY方向に駆動するリニアモータ20(図1)の固定子で、図5(a)に示すように複数のYコイル111および1個のXコイル112を有する。104はリニアモータ20の可動子で、図5(b)に示すようにYマグネット121およびXマグネット122を有する。105はステージ5のY方向の概略位置を計測する超音波センサ、106はステージ5のY方向の移動量(相対位置)を精密に計測するレーザ干渉計、107、108は、リニアモータ固定子103に発生する反力を相殺するためのリニアモータ、109はステージ5のX方向の位置を計測するレーザ干渉計、131はX原点出し用のつき当てコマである。132、141はショックを吸収するアブソーバであり、いずれも樹脂ローラ142と板ばね143によって構成され、レチクルステージ5とレチクルステージガイド101との接触を防ぐために設けられている。アブソーバ132は固定であるが、アブソーバ141は可動であり、原点出しのときは先端がつき当てコマ131の先端より引っ込むように構成されている。

【0020】図6はレチクルステージの制御系の構成を示す。同図において、161はコントローラである。図7はコントローラの動作を示す制御ブロック図を示す。同図において、171は補償器、172は電氣的位相を計算する位相計算機およびYコイル111またはXコイル112を切り替えるコイル切替器である。

【0021】次に図6のコントローラ161による原点

出し動作を図8のフローチャートを参照しながら説明する。まず、アブソーバ141を引っ込めてXコイル112に一定の電流を流し、図4(b)に矢印で示すように、リニアモータ104をX方向に駆動してレチクルステージ5をガイド101に突き当てる(ステップ181)。これにより、つき当てコマ131がガイド101の側面につき当たり、ステージ5の姿勢を矯正して、再現性良く原点出しを行なうことができる。Y方向ステップ182では干渉計106をリセットし、ステップ183で超音波センサ105より距離データを読み取って、電気位相角のオフセットを設定する。ステップ184で干渉計106の読みここのオフセットを加算した値と干渉計109の計測値に基づくサーボをオンし、ステップ185でステージ5を原点へ移動する。ステップ185では、不図示のフォトセンサがステージ5を検出すると、電気位相角のオフセットを解除して干渉計106、109の計測値に基づくサーボに切り替える。その後アブソーバ132を元に戻し、これ以降のステージ駆動時にはステージとガイドとの接触を防止する。以上により、原点出しを完了する。

【0022】図1に戻って、ウエハステージ7はウエハステージ定盤31によって支えており、ウエハステージ定盤31が有するXY水平案内面(ガイド面)上を移動する。ウエハステージ定盤31は3本(または4本)の支持足32によってステージベース部材33上に支持している。この支持足32は高剛性でありダンピング作用は持っていない。ステージベース部材33は3つのマウント34を介して3ヶ所でベースフレーム2によって鉛直方向に支持している。ステージベース部材33およびそれに搭載された部材の荷重は、基本的には3つのマウント34で大半を支えており、マウント34で受けた荷重は床1と実質一体のベースフレーム2で受けているため、実質的にはウエハステージ7の基本的な荷重は床1で支えているのに等しい。マウント34には大きな荷重を支えることができる空気ばねを用いている。

【0023】一方、ステージベース部材33の真下には、大きな質量の反力受け構造体35(反力受けパレット)が位置している。反力受け構造体35はステージベース部材33の下方に位置しているため、床1への装置の設置占有面積を小さくすることができる。

【0024】反力受け構造体35の支持は、鉛直方向に関しては床1に対して4つの鉛直弾性支持体36で行っている。また、水平方向に関してはステージベース部材33を支柱3の側面(もしくは床1に固定した部材の側面)に対して、XYの2方向に対応してそれぞれ設けた水平弾性支持体37で支持している(図1ではY方向の水平弾性支持体37のみを図示している)。これら鉛直弾性支持体36や水平弾性支持体37は、ともにばね要素とダンパ要素を有しており、例えば防振ゴム、空気ばね、あるいはばね要素としてスプリングや板ばね、ダン

ば要素としてオイル粘性や電磁流体などが好適である。ばね要素とダンピング要素を有しているということは、見方を変えれば、所定の周波数範囲の振動伝達を遮断する機械的フィルタ機能を有しているということである。本実施例では、少なくとも床の固有振動数および装置の固有振動数を含む高周波振動の伝達を遮断する。なお、図1では水平弾性支持体37は反力受け構造体35とベースフレーム2の支柱3との間に設けているが、床1に固定した固定部材と反力受け構造体35との間に設けるようにしても良い。

【0025】また、ステージベース部材33と反力受け構造体35の間には、鉛直および水平方向のそれぞれの方向に推力を発生する力アクチュエータが介在している。鉛直方向に関しては複数(4つ)の鉛直力アクチュエータ38を有し、水平方向に関しては走査露光の方向(Y方向)に対応して複数(2つ)設けている。上方から見たとき、4つの鉛直力アクチュエータ38は4つの鉛直弾性支持体36とほぼ同位置に設けている。これら力アクチュエータが発生する可変の推力によって両者の間での力伝達を制御可能となっている。ここで、ウエハステージ7の重心高さ(図1の重心記号45で示す)と水平力アクチュエータ39の力作用位置の高さとはほぼ等しくなっている。このため、反力と同一高さに補償力を与えることができるので効果的に反力をキャンセルすることができる。

【0026】さらに、ステージベース部材33の上には加速度センサ40を取付け、鉛直ならびに水平(Y方向)の加速度を測定することができる。なお、加速度センサ40はウエハステージ定盤31上に取付けてもよい。力アクチュエータとしては微小ストロークタイプのリニアモータが制御応答性が高く、固定子と可動子が非接触であるため機械的振動の遮断能が高い点などから好ましいが、電磁マグネット力を利用した電磁アクチュエータ、空気圧や油圧等の流体圧による流体アクチュエータ、あるいはピエゾ素子を用いた機械的アクチュエータなどを用いることもできる。

【0027】本実施例においては、鏡筒定盤10で実質一体化されたレチクルステージ5と投影光学系9は、アクティブマウント12によってベースフレーム2の支柱3を介して実質的に床1に対して鉛直方向に支持している。一方、ウエハステージ7およびステージベース部材33はマウント34によってベースフレームを介して実質的に床1に対して鉛直方向に支持している。このマウント34を第1マウント、アクティブマウント12を第2マウントと考えると、第1マウントと第2マウントによって、ウエハステージ7とレチクルステージ5とは床1に対して互いに独立に支持された構成となっており、振動や揺れに対して相互干渉が起きないような系になっている。

【0028】また、ステージベース部材33はマウント

34で鉛直方向に床に対して鉛直方向に支持し、反力受け構造体35は弾性鉛直支持体36によって実質的に床に対して鉛直方向に支持しており、両者は力アクチュエータ(38, 39)を除けば独立して床に支持された構成となっている。

【0029】レチクルステージの反力受け構造体である空調機械室11は、ダンピング作用を持った弾性支持体23を介して床1の上に支持している。弾性支持体23は機械的フィルタとして捉えることもでき、少なくとも床の固有振動数(例えば20~40Hz)および露光装置の固有振動数(例えば10~30Hz)とそれ以上の周波数成分を含む振動の伝達を遮断する。

【0030】空調機械室11内には送風ファン、温調装置(加熱器や冷凍器)、ケミカルフィルタなどを内蔵しており、露光装置チャンバ内に温度調節された気体を循環させる。基本的には上方からダウンフローによって温調気体を供給するが、投影光学系9ならびにウエハステージ7(特にレーザ干渉計光路付近)に向けても局所的に温調気体を吹出す。このための吹出口を設けて、吹出口には気体中の微粒子をトラップする気体フィルタを取付けている。

【0031】空調機械室11内の下方の空間には露光装置の制御装置30を内蔵している。制御装置30は露光装置の動作シーケンス制御、力アクチュエータの駆動制御、アクティブマウントの駆動制御などを行う。

【0032】次に、上記構成の装置の露光動作について説明する。ステップ・アンド・スキャンの基本的な動作シーケンスは、ウエハステージをX方向もしくはY方向にステップ移動させて転写すべきショット領域を位置決めするステップ動作と、レチクルステージとウエハステージをY方向に同期移動させながら走査露光を行うスキャン動作とを繰り返すものである。スキャン動作においては、スリット形状の照明光に対して、レチクルステージ5とウエハステージ7を共に同期的に所定の速度比(本実施例では4:1)で定速で移動させることによって、レチクル4のパターン全体をウエハ6の1つのショット領域に走査露光転写する。

【0033】レチクルステージ5ならびにウエハステージ7の駆動に際しては、走査開始時には加速、終了時には減速によってそれぞれ加速度が生じ、ステージを移動させる駆動源であるリニアモータは、<ステージ移動体の質量>×<加速度>だけの駆動力を発生する必要がある。そして、この駆動力の反力がリニアモータ固定子に水平方向に作用し、固定子からこれを支持するステージ定盤を介してステージベース部材33に伝わる。反力は本来は水平方向(Y方向)にのみ生ずるが、ステージの駆動源とステージベース部材33の重心位置高さが異なることでモーメントを生じ、これによりステージベース部材33には水平方向のみならず鉛直方向にも反力の影響が作用する。この反力によって露光装置の機構系の固

有振動が励起されると大きな振動となる。

【0034】この反力の影響による振動や揺れを軽減するための反力受けシステムの基本的な技術思想は、ステージの駆動に伴う反力を、所定範囲の振動周波数に関して床からアイソレーションされた反力受け構造体に逃がすというものである。この所定範囲の振動周波数とは、少なくとも床の固有振動数である20～40Hzをカバーする、例えば10Hz以上の振動である。つまり、床の加振を軽減するために反力受け構造体それ自体は振動しても構わないという考え方をとっている。なお、上記所定範囲の下限値は10Hzに限らず、10～40Hz程度の範囲で、床の固有振動数以下であれば良い。

【0035】これを実現するために本実施例では、被露光基板を搭載して移動可能なステージと、該ステージを支持するステージベース部材と、該ステージを駆動した際の反力を受ける前記ステージベース部材とは異なる反力受け構造体とを有し、該反力受け構造体と床との間で所定周波数以上の振動伝達が遮断されている。

【0036】ここで、制御手段30は、ステージの駆動に応じてフィードフォワード制御（予測制御）によって前記力アクチュエータの駆動を制御する。これには以下の2種類がある。

【0037】第1に、ステージの加速または減速に対応して力アクチュエータをフィードフォワード制御して、加減速時の反力によるステージベース部材33の振動や揺れを軽減する。具体的には、反力によって各アクチュエータに作用する力に相当する力を予測して、各力アクチュエータで同等の力を発生することで、反力をキャンセルする。力アクチュエータが発生した力はステージベース部材33と共に反力受け構造体35にも作用するが、反力受け構造体35は弾性支持体36、37（機械的フィルタ手段に相当）で床1またはベースフレーム2に支持されているため、床1への高周波振動伝達がフィルタリングされる。

【0038】第2に、ステージの移動に伴う荷重移動に対応して力アクチュエータをフィードフォワード制御する。これはステージの移動に伴ってステージの重心位置が水平方向で変化するために、ステージベース部材33が傾く力がステージからステージベース部材33に作用する。これを軽減するためにステージの移動に伴って偏荷重を予測して、複数の鉛直力アクチュエータ38の発生力を個別に変化させる。ステージベース部材33ならびにその上の移動部材の荷重は基本的には3つのマウント34で支えているが、移動に伴う荷重の変化分だけを力アクチュエータによってアクティブに補償している。

【0039】また、制御手段30はフィードフォワード制御だけでなく、フィードバック制御も行っている。これはステージベース部材33上に取付けた加速度センサ40の検出加速度（鉛直方向、水平方向）を、鉛直力アクチュエータ38ならびに水平力アクチュエータ39の

制御にフィードバックすることで、予期しない外乱振動の影響を軽減しウエハステージ7の揺れをより小さくするものである。

【0040】ところで、マウント34はステージベース部材33を実質的に床1またはベースフレーム2に弾性支持するものであるが、マウント34は一種の機械的フィルタ手段となっており、床1からの振動がステージベース部材33に伝わらないようになっている。これにより本実施例の装置は、（1）ステージの駆動反力による振動を床に伝えない、（2）床の振動をステージに伝えない、の両方を満たす優れたものとなっている。

【0041】なお、以上はウエハステージ側の反力受けシステムについて詳細に説明してきたが、レチクルステージ側も同様の思想の反力受けシステムとなっている。すなわち、レチクルステージ5を支持する鏡筒定盤10と、鏡筒定盤10を実質的に床1またはベースフレーム2に鉛直方向に弾性支持するマウント（アクティブマウント12）と、該レチクルステージ5を駆動した際の反力を受ける力アクチュエータ22を含む反力受け構造体（空調機械室11）と、反力受け構造体を実質的に床1もしくはベースフレーム2に弾性支持する弾性支持体23とを備えた構成になっており、制御手段30は力アクチュエータ22をフィードフォワード制御することによって、レチクルステージ5の移動に伴う反力の影響を補償している。これにより、同期移動するウエハステージならびにレチクルステージとともに反力受けを行なうため、床の加振が極めて小さい優れたステップ・アンド・スキャン型の露光装置を提供することができる。

【0042】

【微小デバイス製造の実施例】次に上記説明した露光装置を利用したデバイス製造方法の例を説明する。図9は微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ1（回路設計）ではデバイスのパターン設計を行なう。ステップ2（レチクル製作）では設計したパターンを形成したレチクルを製作する。一方、ステップ3（基板製造）ではシリコンやガラス等の材料を用いて基板を製造する。ステップ4（基板プロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したレチクルと基板を用いて、リソグラフィ技術によって基板上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製された基板を用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0043】図10は上記基板プロセスの詳細なフロー

を示す。ステップ11（酸化）では基板の表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では基板表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）では基板上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）では基板にイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）では基板にレジストを塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってレチクルの回路パターンを基板の複数のショット領域に並べて焼付露光する。ステップ18（現像）では露光した基板を現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返すことによって、基板上に多重に回路パターンが形成される。本実施例の生産方法を用いれば、従来は製造が難しかった高精度デバイスを高い生産性すなわち低コストで製造することができる。

【0044】

【発明の適用範囲】なお、上述においては主に本発明をステップ・アンド・スキャン型の露光装置におけるレチクルステージに適用する例について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、ステップ・アンド・スキャン型露光装置のウエハステージ、あるいは、ウエハステージが高速ステップ移動するステップ・アンド・リピート型の露光装置や他のウエハステージ、さらには他の精密機器のステージにおいても有効である。

【0045】

【発明の効果】以上の説明したように、本発明によれば、構成を簡略化した上で、ステージの原点出しの信頼性を高め、かつ原点出しを迅速に行うことができる。また、ショックアブソーバ等の拘束部材を設けることにより、衝突を防止でき、かつ位置測定精度を向上させることができる。全体として、各自由度の制御性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る露光装置の概略構成図である。

【図2】 図1の装置におけるレチクルステージの詳細を示す斜視図である。

【図3】 図2のレチクルステージの部分断面図である。

【図4】 図2のレチクルステージの底面図である。

【図5】 図2におけるリニアモータのコイルおよび磁石の配置図である。

【図6】 図1の装置におけるレチクルステージ制御系のブロック図である。

【図7】 図6におけるコントローラの制御ブロック図である。

【図8】 図7のコントローラの原点出し動作を説明するフローチャートである。

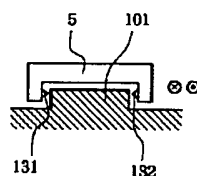
【図9】 半導体デバイスの製造フローを示す図である。

【図10】 基板プロセスの詳細なフローを示す図である。

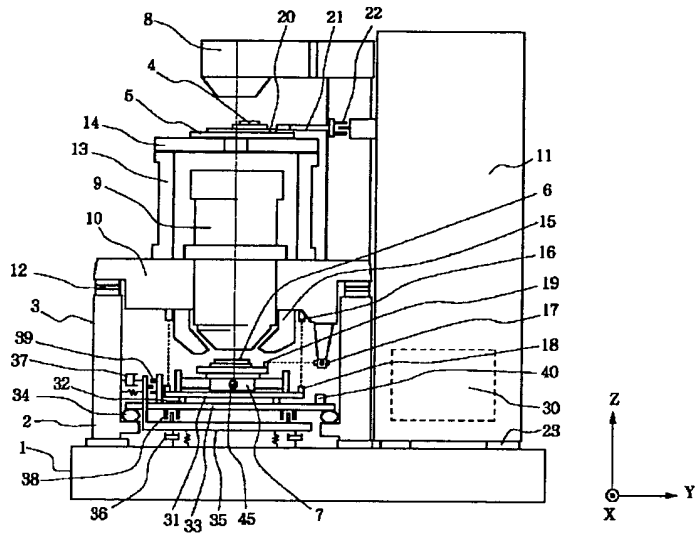
【符号の説明】

1：製造工場の設置床、2：ベースフレーム、3：支柱、4：レチクル、5：レチクルステージ、6：ウエハ、7：ウエハステージ、8：照明光学系、9：投影光学系、10：鏡筒定盤、11：空調機械室、12：アクティブマウント、13：レチクルステージ支持フレーム、14：レチクルステージ定盤、15：アライメント検出器、16：Z干渉計、17：XY干渉計、17_{x1}、17_{x2}：X干渉計、17_{y1}、17_{y2}：Y干渉計、18：Z干渉計ミラー、19：XY干渉計ミラー、19_x：X干渉計ミラー、19_y：Y干渉計ミラー、20：レチクルステージ駆動源（リニアモータ）、21：連結部材、22：力アクチュエータ（リニアモータ）、23：弾性支持体、30：制御装置、31：ウエハステージ定盤、32：支持足、33：ステージベース部材、34：マウント、35：反力受け構造体、36：鉛直弾性支持体、37：水平弾性支持体、38：鉛直力アクチュエータ、39：水平力アクチュエータ、40：加速度センサ、101：ガイド、102：案内面、103：リニアモータ固定子、104：リニアモータ可動子、105：超音波センサ、106：レーザ干渉計、107、108：反力受けリニアモータ、109：レーザ干渉計、111：Yコイル、112：Xコイル、121：Yマグネット、122：Xマグネット、131：つき当てコマ、132：固定アブソーバ、141：可動アブソーバ、142：樹脂ローラ、143：板ばね、161：コントローラ、171：補償器、172：電氣的位相計算機・コイル切替器。

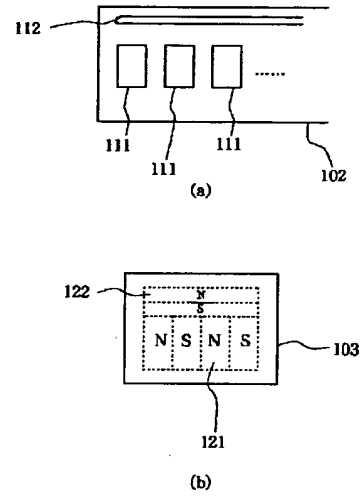
【図3】



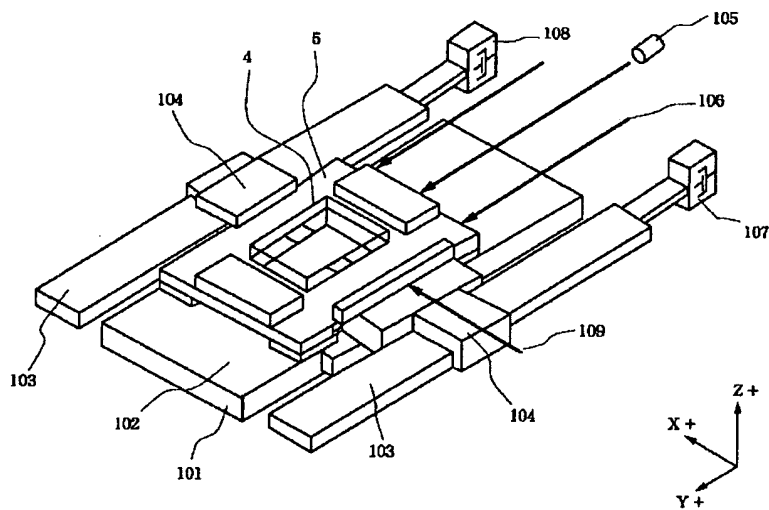
【図1】



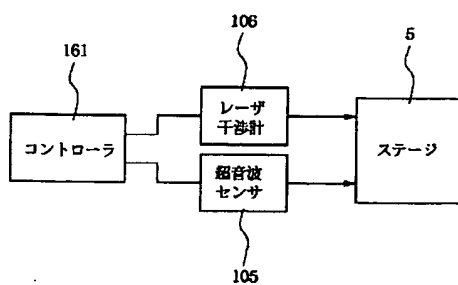
【図5】



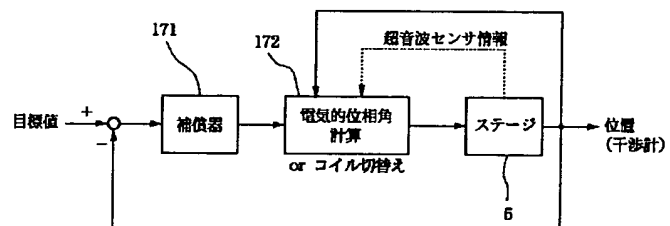
【図2】



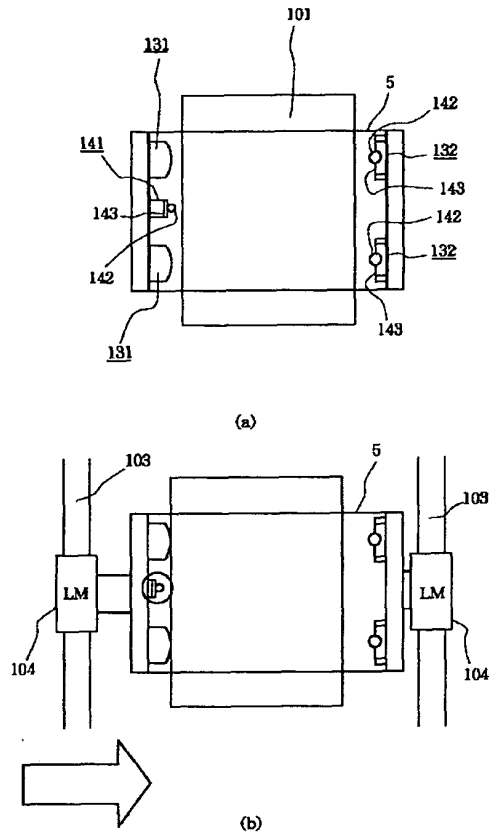
【図6】



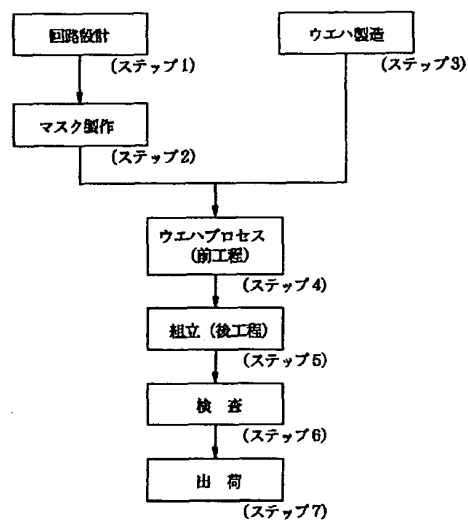
【図7】



【図4】

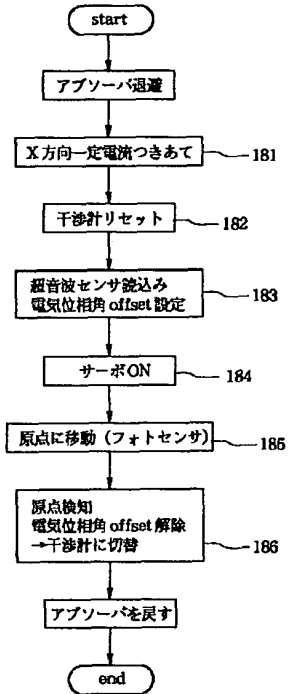


【図9】

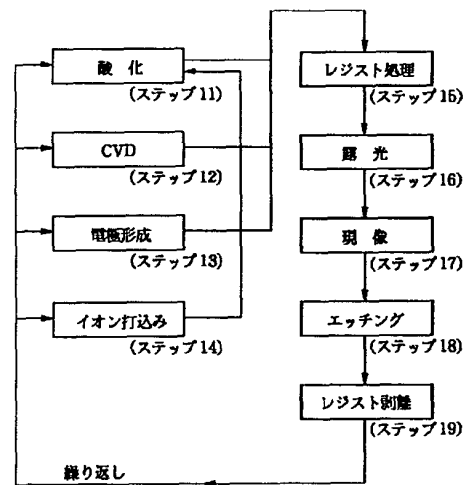


半導体デバイス製造フロー

【図8】



【図10】



ウエハプロセス

(10)

特開平11-316607

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

識別記号

F I

H01 L 21/30

516 B

518